三重大学 Mie University Scholarly E-collections
学術機関リポジトリ 研究教育成果コレクション

Departmental Bulletin Paper / 紀要論文

ワイヤ放電加工機での基礎的な加工について

鈴森, 義和; 中川, 浩希; 龍田, 雅夫; 上野, 素裕

技術職員による技術報告集. 2013, 21, p. 36-38.

http://hdl.handle.net/10076/14481

ワイヤ放電加工機での基礎的な加工について

三重大学工学部工学研究科技術部 実験実習工場・支援グループ
〇鈴森義和，中川浩希，龍田雅夫，上野素裕
suzumori@mach.mie-u.ac.jp

1.はじめに

工学部・工学研究科 実験・実習工場においては、2011 年より三菱ワイヤ放電加工機 NA1200(図 1)が導入され、実験装置や冶工具、試験片の製作に活用している。ワイヤ電極と加工物との間の放電現象を利用して加工を行うため、切削加工では困難である材質及び形状の加工を行っている。

昨年度ワイヤ放電加工機の紹介を行ったが、今回は加工法について以下の報告をする。

2.ワイヤ放電加工の特徴と原理

2.1 ワイヤ放電加工の特徴

ワイヤ放電加工機は、工作物を溶融させながら加工する工作機械で、切削加工や研削加工とは全く違う加工法である。その主な特徴を以下に示す。

(1)基本的に導電体の材料であれば、どんなに硬い材料でも加工が出来るとされている。

(2)ワイヤと工作物の非接触加工であり、特別な工具を準備する必要がない。

(3)ＮＣプログラムが作成できる加工形状であれば、複雑な曲線形状の加工が可能である。

(4)切断幅が微小(ワイヤ線径(φ0.1~0.3mm)＋放電ギャップ(数 μ~　数十 μm))であるため、切削加工では困難な微細加工や薄板加工が可能である。

図 1　ワイヤ放電加工機 NA1200

2.2　加工の原理

ワイヤ放電加工で、工作物が加工される原理を図 2 に示す。

(1)火花放電の発生

ワイヤと工作物のすきま(極間)が十数 μm に達すると、極間にかかっているパルス電圧によって、脱イオン水で保たれていた極間の絶縁が破壊され、そこに火花放電が発生する。

(2)工作物の溶融

火花放電が発生した箇所にパルス電流が流れ込み、電流が持続するアーク柱(熱の柱)となり、アーク柱を中心として、ワイヤと工作物の一部が数千度の高熱にさらされて溶融が始まる。

(3)爆発・溶融金属の飛散

アーク柱を中心として、アーク柱を取り巻いている加工液も急激に温度上昇し、即座に気化し急激な体積膨張を起こす。よって、極間の一部に爆発現象が発生し、工作物およびワイヤ表面の溶融金属を吹き飛ばす。

(4)極間の冷却・スラッジ排除

電流の供給が終わると同時に極間にはきれいな加工液が流入し、溶融金属は冷却されて、細かな粒となって洗い流され、凹みが残る。極間は再び絶縁が回復し、次のパルス電圧の供給を待つ。

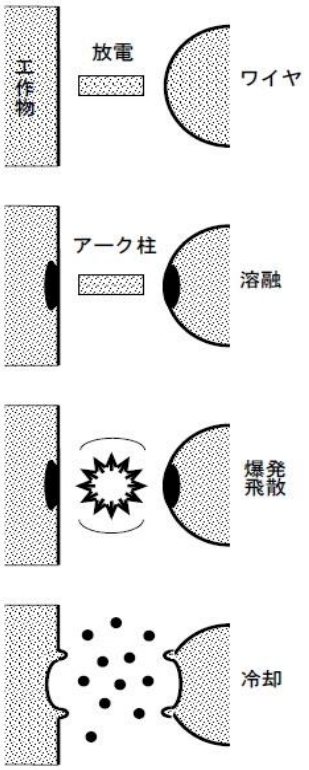

図 2　ワイヤ放電加工の原理

上記のように、電圧パルス 1 発ごとに金属の溶融と除去が行われ、これが毎秒数十万回繰り返され形状が成形されることで、加工が行われている。

3.本機を使用した加工手順の概要

実験・実習工場に、作業委託される加工品は、様々な材質や、その形状が簡単なものから複雑なものまで多種である。そこで、それらに対応するための、本機を使用した加工手順を以下に示す。

(1)机上 PC の Auto CAD で、加工形状の作図をして、CAD データの作成
(2)USB メモリで、机上 PC から本機へ CAD データの入出力
(3)本機内蔵 CAM で CAD データの読み込み、NC プログラムの生成
(4)NC プログラムの加工工程確認と加工モニタへの転送
(5)機械本体の定盤への加工材料の固定と、加工開始点の位置決め
(6)加工開始

最近の NC を搭載した工作機械による機械加工では、目的の形状を加工するために NC プログラムを CAD・CAM で作成することが多くなってきている。また、ワイヤ放電加工では、工作物の材質や板厚、形状によって最適な加工条件を設定することが重要である。そこで本機 NA1200 を使用した実際の加工においても、内蔵されている 2D の CAD・CAM を使って、NC プログラムを作成できることや、荒加工の加工条件を自動設定する機能が備わっているため、その優れた機能を活用してワイヤ放電加工を行っている。

4.加工について

CAD データの読み込み後、NC プログラムの生成を行う。開始点や加工レイヤの選択、加工モードや材質、様々な設定を行う。ここでは、NC プログラム生成までの設定項目等について以下の説明をする。

4.1 加工機能について

先に述べたが、本機に様々な加工機能が内蔵されている。特に使用するのは「E パック」だ。他にも「PM 制御」「CM 制御」「EM 制御」「OM 制御」「BM 制御」がある。

E パックとは、本機に内蔵されている加工条件の選択及び設定を行う機能だ。設定内容としては、「ワイヤ径」「ワイヤ材質」「ワーク材質」「ワーク板厚」「加工タイプ」「加工モード」「加工回数（予測面粗さ）」「進行方向」「切残／切落量」「助走加工距離」がある。また、設定された加工条件は加工前や加工中に E 調整で条件を上げる事も下げる事が出来る。

4.2 加工タイプ

加工に適した工程を選択する。「ダイ単品切残し」「ダイ全周」「パンチ単品切落し荒のみ」「パンチ単品切落し仕上げ」等がある。

4.3 加工モード

材料によって異なるが、加工内容に適した加工条件を選択する。

鉄の場合「STD」「ACP」「S-HL」「MSP」「ACU」「SPB」「DFS」「FS4」が使用できる。中でも、「STD」と「ACP」はよく使用する。

4.4 加工条件

本機加工中は様々な加工条件が設定されており、一部紹介すると「Vo」「IP」「OFF」「SA」「SB」「SE」「WT」「VG」等がある。これらの条件を設定して安定した加工が出来る。

4.5 テーパー加工

ワイヤに角度を指定してワークをテーパー状に加工を行う機能。本機は最大 Z 軸高さ 100ｍｍにおいては 15°まで傾けられる。

4.6 自動セカンドカット

面粗さや寸法精度を上げるために仕上げ加工行う機能。1st 加工で荒加工を行い、2nd 以降の加工でオフセット量を徐々に小さくして加工を行う。本機は最大 6th 加工まで可能だ。

4.6.1 面粗さ測定用試験ピース製作

自動セカンドカットの能力を明確にするために試験ピースの製作し、表面粗さ測定機((株)ミツトヨ製 S-V524)で面粗さの測定を行った。その結果を以下に示す。

材料：鉄(F-SK3(JIS SKS93 相当)) 加工条件：内蔵 2DCAM の E パック(E 調整標準)

サイズ : 100×100×20(mm)　　加工内容 : 10×10×20(mm)の試験ピース 6 個の製作（パンチ形状加工）

加工回数	加工終了予測時間	加工時間	予測面粗さ	面粗さ(Rz)	面粗さ(Ra)
1st	14′57″	12′37″	18.0μm	21.349μm	3.403μm
2nd	19′11″	17′16″	15.0μm	14.288μm	2.353μm
3rd	25′34″	23′17″	13.0μm	16.863μm	2.591μm
4th	30′29″	29′08″	5.0μm	6.038μm	0.900μm
5th	35′44″	35′53″	3.0μm	2.9224μm	0.3747μm
6th	42′11″	43′48″	2.5μm	2.4826μm	0.3208μm

1μm=0.001mm

面粗さ(Rz)は、最大高さ　面粗さ(Ra)は、算術平均粗さ

加工回数によって、オフセット量と加工条件は異なる。

予測面粗さは、最大高さ(Rz)の予測値である。

5.おわりに

ワイヤ放電加工機の短所を挙げるならば、加工には時間を要し、導電体以外の材料の加工はできない。しかし、上記にも書いたように特別な工具は使用せず、導電体の材料を加工できる。そして、NC プログラムによって加工を行う為、複雑な曲線や精度の良いモノができる利点がある。

何より新規放電加工機の加工機能については私自身驚くばかりである。USB メモリより図面を送るだけで簡単に NC プログラムを生成し加工を行うこともそうだが、特に前放電加工機では使用する事が無かった「セカンドカット」を使用しての加工は、面粗さが見るだけで違いが分かる。実際に面粗さの測定を行った結果では 6st 加工ではほぼ平らな状態に有り、貴重なデータを得る事ができた。この経験を基に委託作業に活かしていきたいと考えている。

以上を踏まえ、本機の機能を十分に理解し発揮できるように努めていくと共に、今後の教育・研究に貢献していきたい。

6.謝辞

本報告書を作成するにあたり、工学研究科機械工学専攻集積加工システム研究室の中西栄徳先生のお力添え無しには完成は在りえませんでした。中西先生には、お忙しいところ放電加工機で加工した試験ピースの面粗さを測定して頂き、自動セカンドカットの機能をより明確にするためにご協力頂きました。心より深く感謝致します。本当にありがとうございました。

参考文献

・三菱ワイヤ放電加工機　NA シリーズカタログ，2010　三菱電機株式会社
・三菱ワイヤ放電加工機　セミナーテキスト，加工機操作説明　三菱電機株式会社
・三菱ワイヤ放電加工機　NA Series 取扱説明書　三菱電機株式会社